

## ОБОБЩЕННЫЕ ВОЛЬТАМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДУГОВОГО РАЗРЯДА, ОХЛАЖДАЕМОГО ПРОДОЛЬНЫМ ПОТОКОМ ГАЗА И РАДИАЛЬНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ

Проблема обобщения экспериментальных данных эффективно решается методами теории подобия и размерностей лишь тогда, когда воздействие на столб дуги осуществляется каким-либо одним из факторов, например, потоком газа, стенкой или магнитным дутьем, часто применяемым в конструкции быстродействующего высоковольтного выключателя постоянного тока. Эмпирический характер получения обобщенных вольтамперных зависимостей ограничивает возможности их физического исследования. В то же время из теоретического анализа можно получить обобщенные статические вольтамперные характеристики при одновременном воздействии на дуговой разряд двух охлаждающих факторов: потока газа и радиальной теплопроводности. Роль эксперимента состоит в этом случае в определении двух коэффициентов, имеющих конкретный физический смысл.

Такое уравнение модели для безынерционной дуги в размерных переменных имеет вид (1):

$$\frac{U_c \cdot d_l}{I \cdot l} = C_1 \cdot \left( \frac{I}{b_l \cdot d_l^2} \right)^{\frac{-n_l}{n_l+1}}, \quad (1)$$

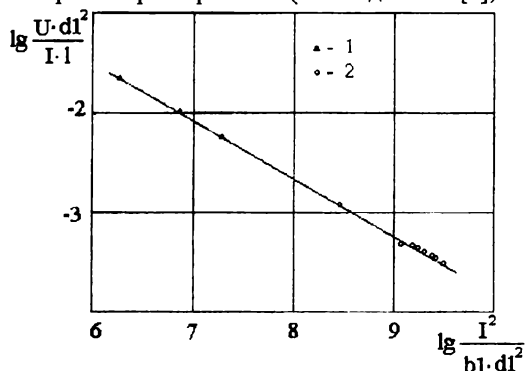
$$\text{где } C_1 = \frac{2}{\pi \cdot \sigma} \cdot \left( \pi^2 \cdot \sigma \right)^{\frac{n_l}{n_l+1}}$$

Коэффициент  $n_l$  определяет нелинейную зависимость температуры плазмы от электропроводности;  $b_l$  – функция, зависящая от градиента температуры по радиусу камеры и секундного расхода газа;  $d_l$  – диаметр, а  $l$  – длина интегрируемого участка;  $U, I$  – соответственно напряжение и ток.

Таким образом, рассматриваемый дуговой разряд определяется двумя критериями, из которых  $I^2/(b_l \cdot d_l^2)$  – критерий–аргумент, а  $(U_c \cdot d_l)/(I \cdot l)$  – критерий–функция.

Отсутствие других критериев в соотношении (1) объясняется тем, что в математической модели учтены лишь наиболее существенные процессы, от которых главным образом зависят характеристики дуги отключения. В некоторых работах в число определяющих аргументов вводится критерий–аргумент  $Q/d_l$ , пропорциональный числу Рейнольдса ( $Re$ ). Однако оценки показывают, что вязкостные эффекты не являются определяющими в поведении дугового разряда. Вследствие этого использование данного критерия–аргумента в качестве определяющего критерия не должно вносить ухудшения при обобщении экспериментальных данных.

При обработке экспериментальных данных дуга, стабилизированная теплопроводным потоком в стенку, и продольно-обдуваемая дуга обычно обобщаются различными критериальными зависимостями. Физически, однако, ясно, что оба эти механизма охлаждения дуги действуют одновременно. Лишь при больших расходах газа доля теплопроводности охлаждения в энергетическом балансе дуги относительно мала, при малых расходах газа уменьшается роль конвективного охлаждения дуги. Соотношение (1) отражает как случай асимптотического воздействия, так и случай одновременного воздействия на дугу продольного потока газа и радиальной теплопроводности. Так, варьируя параметр  $b1$ , можно получить обобщенную вольтамперную характеристику дугового разряда, конвективно охлаждаемого газовым потоком или обобщенную вольтамперную характеристику дугового разряда, стабилизированного потоком тепла в стенку дугогасительной камеры. На рисунке приведена обобщенная вольтамперная характеристика (1 – по данным [1]; 2 – по данным [2]).



Обобщенная вольтамперная характеристика.

В рамках математической модели можно получить еще более общие результаты, учитывающие, например, влияние на вольтамперную характеристику охлаждения дуги за счет потоков тепла в электроды, а также излучения.

Рассмотренное обобщение не ограничивается только вольтамперной характеристикой стационарных дуг, но распространяется на дугу переменного тока в интервале изменения ее параметров, близком к квазистационарному, то есть вдали от пиков гашения и зажигания.

Таким образом, разработанная математическая модель позволяет получить гораздо более общие зависимости вольтамперной характеристики дугового разряда, охлаждаемого различными механизмами, по сравнению с методами, использующими только теорию подобия и размерностей.

1. Ватажин А.Б., Любимов Г.А., Регирер С.А. Магнитогидродинамические течения в каналах. М.: Наука, 1970.
2. Вулис А.А., Генкин А.Л., Фоменко Б.А. Теория и расчет магнитогазодинамических течений. М.: Атомиздат, 1970.